中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 30(3): 261~269 (1981)

澎湖縣土壤肥力與高粱磷鉀效應之關係[1]

林家棻[2]

摘要：澎湖縣土壤之母質主要爲玄武岩，經選取三種土壤包括冲崩積土， 殘積土及上層冲崩積土下層殘積土， 在24處舉行高粱磷鉀效應田間試驗 ， 從供試土壤性質顯示殘積土之土層厚度多在 90cm 上下，其他兩種土壤則變化較大，從 30cm 至 90cm 不等 。 pH 均在 7.7 至 8.1 間，表土含砂量多在 70 %以上，有機物含量高者僅 1.5 %，低者不及 0.5 %， 但土壤陽離子交換能量高者可達 30me/100gm，低者不及 3me/100gm ，兩者相差達10倍。土壤中 Bray P_1 含量甚低，鮮有超出 1 ppm P ，但交換性鉀則頗高，多在 100ppm K 以上，一般言之，冲崩積土肥力較高，殘積土較低，上層冲崩積土下層殘積土居中， 各種土壤上所得高粱平均收量之高低，亦有此傾向。

土壤中 Bray P_1 或 Olsen P 各與高粱磷肥效應有關，但其相關係數僅在 0.5 上下，而土壤中交換性鉀，Mehlich K 及 Olsen K 則與高粱鉀肥效應無關。經利用程式計算機，將土壤其他特性因子，參予磷鉀校正公式中，求出最適合之複相關模式爲：

$$\hat{Y}_1 = 2.535a - 0.1393a^2 - 79.18c + 42.58c^2 + 5.819ac - 43.96b + 430.9 \quad (1)$$

$$\hat{Y}_2 = 1.284a + 0.124a^2 + 0.406d + 0.0002d^2 + 0.034ad - 97.15b + 828.6 \quad (2)$$

式中 Y_1 及 Y_2 各指估計無磷區 ($P_0/P \times 100$) 及無鉀區 ($K_0/K \times 100$) 之高粱收量百分率，a=clay%, b=pH, c=Bray P_1 ppm, d=交換性 K ppm ，方程式（1）及（2）兩式所得複相關係數各爲0.7735及0.8362，均達1%顯著平準，確有改進功效， 文中並檢討在一定範圍內，土壤 pH ，粘土含量以及土壤有效態磷鉀含量與無磷區或無鉀區高粱收量百分率估計值之關係。

澎湖爲本省最小之一縣，面積約 126 方公里，處於臺灣海峽中央，全縣島嶼 64，其中以馬公本島最大，其次爲西嶼，再次爲白沙，島上無山，風害甚烈，年雨量僅 998.6mm， 多分布於夏秋之間，而年蒸發量則達 1,820.5mm ，梁氏(1)認爲由於四周環海，周年高溫濕熱，成土作用仍趨向磚紅土化 (Laterization) ，土色多呈紅，棕紅，黃棕等色， 又因蒸發量大於雨量及終年季風吹襲的影響，土壤受淋洗的作用較輕，表層微細土壤多被吹刷，使土壤呈殘缺狀，剖面層次不分明，一般高地爲殘積紅土，心土粘重，較低地爲冲崩積土，土壤剖面呈暗色，石礫質壤土，表土皆含多量珊瑚砂之砂質壤土，此等砂多爲數百年來農民以海邊珊瑚砂作爲肥料所彙集者，該縣土壤母質主爲鹽基性之玄武岩，再加海風吹襲携帶鹽分，更增加土壤鹽基性，因此 pH 多在 7.5 以上。

農作物以旱作甘藷，落花生與高粱爲主，由於水源關係，無大規模灌溉設施，農業環境欠佳，農作物之肥料試驗至感缺乏，作者將過去在該縣舉行之高粱對於磷鉀效應試驗資料，予以整理，藉以拋磚引玉，提供關心澎湖縣農業者之參考。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告 第 994 號。

2. 本所農業化學系研究員兼系主任。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

試驗方法

本試驗係在澎湖縣之白沙、西嶼、馬公及湖西4鄉鎮計24地點舉行田間試驗，供試土壤有冲崩積土，殘積土及上層冲崩積土下層殘積土等三種。

試驗設計：設5處理，氮用量概爲 120kg/ha，磷（P_2O_5）及鉀（K_2O）各爲0，40及80kg/ha，三平準，其組合如下：(1) $N_{120}P_0K_{80}$, (2) $N_{120}P_{40}K_{80}$, (3) $N_{120}P_{80}K_{80}$, (4) $N_{120}P_{80}K_{40}$, (5) $N_{120}P_{80}K_0$ 重複4次，採用完全逢機區組排列，小區面積爲 $4 \times 5 = 20m^2$，磷肥以一次基肥施用，氮鉀肥分爲基肥及二次追肥施用。每次施用量各爲全量之⅓，基肥在播種前施用，第一次追肥在播種後35天施用，第二次則在50天後施用，高粱品種用金門白掃，收穫時取其種實，乾後，記載其收量，其他概照當地慣行法實施。

土樣分析：播種前各地採回之土壤經風乾、磨細、通過 2mm 篩孔後作下列分析[4]：

一、pH：用玻璃電極法，土：水爲1：1。

二、機械分析：用浮秤法。

三、有機物：用硫酸及重鉻酸鉀氧化後，以低價鐵滴定之。

四、陽離子交換能量：用醋酸鈉法。

五、有效態磷

（一）Bray 氏法：以 0.025N HCl-0.03N NH_4F 液抽出後，比色測定之。

（二）Olsen 氏法：以 0.5M $NaHCO_3$, pH 8.5 液抽出後，比色測定之。

六、有效態鉀

（一）Mehlich 氏法：以 0.05N HCl-0.025N H_2SO_4 液抽出後，以焰光計測定之。

（二）交換性鉀：以 1N NH_4OAc, pH 7.0 液抽出後，用焰光計測定之。

（三）Olsen 氏鉀：以 Olsen 氏法測定有效態磷之餘液，用焰光計測定之。

統計分析：將各試驗地高粱種實乾重，按照試驗設計，分別求其變方分析，測定處理及區集（Block）間之顯著性F值，藉以瞭解處理及地力之差異，次以施磷區或施鉀區之收量作爲 100，求無磷區或無鉀區之收量百分率各與土壤中有效態磷或有效態鉀之簡單相關，最後利用程式計算機，參予土壤其他特性因子於磷鉀速測校正公式中，求出最適合之複相關模式[5,6]：

$$\hat{Y} = a_0 + a_1X + a_2X^2 \times a_3Z + a_4Z^2 + a_5ZX + a_6W$$

式中，$\hat{Y}$ = 估計之收量百分率，$a_0 - a_6$ 爲常數，X 爲有效態磷或有效態鉀，W 及 Z 爲供試土壤其他特性之測定值。

結果與討論

供試土壤之肥力情形：

表1.示殘積土之土層厚度變化較小，多在 80～90cm 間，其他兩種土壤則變化較大，從 30 乃至 90cm 以上，土壤 pH 都在 7.7—8.1 間，表土多屬砂質壤土，含砂量多在 70 %以上，有機物含量高者約 1.5 %，低者不及 0.5 %，但陽離子交換能量高低相差甚大，高者超過 30 me/100gm，低者不及 3 me/100gm，相差達10倍以上，有效態磷用 Bray 第一法測定者，鮮有超出 1 ppm P，但用 Olsen 氏測定者則不甚低，高者可達 15 ppm P，梁氏[1]用 Peech 氏法（NaOAc, pH 4.8）測定者則在 14～90 ppm P 間，可見土壤中潛存之磷酸含量仍然不低，土壤中交換性鉀含量頗高，多在 120～200 ppm K 間，若以有機物與陽離子交換能量來判別土壤肥力狀況而言，則以冲崩積土居高，殘積土較低，上層冲崩積土下層殘積土居中。

高粱種實收量之比較

據高雄區農業改良場澎湖工作站[2]對於高粱三要素肥料試驗結果認爲高粱生育期中若有灌漑，

表 1. 供試土壤肥力狀況

Table 1. Fertility status of soils

Soil No. *a*	Depth cm	pH	Texture	Mechanical Analysis Sand %	Silt %	Clay %	O. M. %	CEC me/100g	Available P/K ppm Bray P	Olsen P	Mehlich K	Exch. K	Olsen K
冲崩積土 Wind eroded soils													
1(21)	>85	8.1	SL	70.6	15.8	13.5	1.51	14.4	0	7.0	84.0	218.4	590
2(22)	80	8.1	SCL	65.6	7.8	26.5	0.95	17.7	0.34	14.8	68.7	210.6	485
3(25)	70	8.0	SL	72.6	16.8	10.5	1.03	11.1	0.26	14.5	52.4	140.4	425
4(51)	45	7.9	SL	73.6	11.8	12.5	0.99	14.4	0.42	14.6	48.8	144.3	380
5(52)	>80	7.9	SL	74.6	14.8	10.5	0.96	15.5	0.42	14.3	65.1	195.0	460
6(42)	30	8.0	SL	75.6	16.8	7.5	0.60	24.9	0	6.0	62.4	241.8	500
7(11)	>90	7.9	L	46.6	38.8	14.5	1.51	33.2	0.34	9.7	164.0	538.2	900
8(46)	>90	7.8	SL	71.6	17.8	10.5	0.89	14.6	0	7.2	86.3	97.5	240
9(41)	>90	7.9	SL	72.6	18.8	8.5	1.01	14.2	0.16	9.4	35.2	109.2	335
10(44)	45	7.9	SL	64.6	22.8	12.5	0.85	27.8	0	7.9	64.7	226.2	505
11(32)	65	7.9	SL	74.6	14.8	10.5	0.82	14.0	0.21	9.4	54.1	140.4	370
Mean		8.0		69.3	17.9	12.5	1.01	18.4	0.20	10.4	71.4	205.6	471
殘積土 Residual soils													
12(16)	>90	8.0	LS	80.6	8.8	10.5	1.08	11.5	0.10	10.1	57.1	148.2	395
13(20)	>90	8.0	SL	72.6	12.8	14.5	1.51	14.7	0	5.2	52.4	144.3	385
14(53)	>80	8.1	SL	71.6	17.8	10.5	0.85	22.3	0	5.6	71.4	218.4	540
15(34)	>90	8.0	SL	72.6	18.8	8.5	0.76	6.5	0	5.3	81.3	148.2	430
16(38)	>90	7.7	LS	79.6	12.8	7.5	0.60	3.2	1.01	13.0	70.0	66.3	280
17(37)	>90	7.9	LS	84.6	8.8	6.5	0.43	2.9	0.08	4.5	40.2	54.6	220
18(54)	85	8.1	SL	70.6	18.8	10.5	0.78	19.0	0	9.3	61.1	195.0	440
Mean		8.0		76.0	14.1	9.8	0.86	11.4	0.17	7.6	61.9	139.3	384
上層冲崩積土下層殘積土 Upper wind eroded soil with residual soil underneath													
19(36)	35	7.8	SL	57.6	29.8	12.8	1.13	9.8	0.42	11.0	62.4	113.1	340
20(50)	>90	7.8	L	44.6	34.8	20.5	1.26	16.7	0	6.5	82.7	245.7	570
21(55)	>90	8.0	SL	76.3	5.2	18.5	1.37	30.2	0	4.9	29.9	132.6	330
22(47)	53	7.0	SL	74.6	14.8	10.5	1.04	13.7	0.21	10.2	38.8	136.5	320
23(15)	>85	8.0	LS	85.6	5.8	8.5	0.63	6.3	0	5.3	41.1	85.8	250
24(29)	>90	8.1	LS	82.6	8.8	8.5	0.67	5.2	0	8.4	42.5	93.6	305
Mean		7.9		68.6	16.5	13.2	1.02	13.6	0.11	7.7	49.6	134.6	352

a. Figures in ( ) refer to field soil No.

種實收量可達 2,000～4,000 kg/ha ， 無灌漑者則僅 500 kg/ha 上下，氮（N）磷（P_2O_5）及鉀（K_2O）之施用量各以 120, 80 及 60 kg/ha 為宜，並稱若無灌漑，又逢天旱，施肥反而減收。

表2示在 24 處試驗中，僅有2處高粱種實收量未達 1,000 kg/ha，其他多在 2,000 kg/ha 上下，高者甚至可達 4,000 kg/ha，一般言之，試驗結果尚屬正常，但經變方分析，其處理間差異達到顯著平準者僅有4處，而區間差異達到顯著平準者則有8處，因此，今後若在農業環境欠佳地區進行田間試驗，處理數目應力求簡單，而重複次數必須增加，方可獲得更為可靠的結果，若就高粱種實平均收量而言，仍以冲崩積土居高，殘積土最低，上層冲崩積土下層殘積土居中，其趨向與土壤肥力狀況相符合。

表 2. 高粱種實收量及其顯着性F值測定

Table 2. Yields of sorghum 公斤／公頃 kg/ha

Soil No.	Treatment No. 1	2	3	4	5	F-test Treat-ment	Block	Location	Farmers' Name
Wind eroded soils									
1(21)	3050	2400	3750	3200	3150	*		白沙 小赤崁	許先傳
2(22)	2000	2000	1500	2700	1900			白沙 小赤崁	張春諒
3(25)	2850	2900	3400	3400	2800			白沙 港子	林 愼
4(51)	2350	2350	2450	2550	2900			白沙 後寮	葉慶德
5(52)	2150	2300	2500	2300	2400			白沙 溝美	吳竹城
6(42)	1850	1900	1950	2000	2300			馬公 五德	歐皆的
7(11)	2000	2550	2100	1850	2450			馬公 石泉	陳甲茂
8(46)	1500	1600	1650	1850	2050			馬公 西衛	王 月
9(41)	3100	3150	3400	3300	3400		*	馬公 西衛	高自權
10(44)	1850	2200	1750	2000	2050			馬公 安宅	蔡五文
11(32)	4000	4100	4000	4050	3750			湖西 西溪	莊 傳
Mean	2427	2495	2586	2654	2650				
Residual soils									
12(16)	2850	2500	2500	2900	2200		**	白沙 赤崁	張 貴
13(20)	1250	1450	1450	1300	1300			白沙 瓦硐	吳連池
14(53)	1950	2150	2150	2200	2200			白沙 溝美	蕭鄭近
15(34)	700	650	750	700	750		*	西嶼 二嶼	陳彩雲
16(38)	2250	1750	1700	2000	2000		**	西嶼 池西	呂漢章
17(37)	600	700	650	600	600			西嶼 池東	顏以定
18(54)	2350	2300	2550	2350	2300			馬公 烏崁	洪根朝
Mean	1707	1643	1679	1721	1621				

Soil No.	Treatment No.					F-test		Location	Farmers' Name
	1	2	3	4	5	Treat-ment	Block		
Upper wind erorded soil with residual soil underneath									
19(36)	1250	1300	1250	1250	1500		**	西嶼 池東	鍾黃劉
20(50)	2550	3150	2800	3200	2750	*	**	馬公 安宅	蔡塔
21(55)	1450	2000	1850	1900	1550			馬公 鳥崁	許耕力
22(47)	2400	2450	2350	2650	2400		**	馬公 重光	陳福壽
23(15)	1200	1550	1550	1450	1350	**	*	湖西 紅蘿	林祖混
24(29)	1650	1700	2300	2200	1450	**		湖西 南寮	趙錦
Mean	1750	2025	2017	2108	1833				

a. Figures in ( ) indicate field soil No., * and** refer to significant at 0.05 and 0.01, respectively. *b*. Treatment No : 1=$N_{120}P_0K_{80}$, 2=$N_{120}P_{40}K_{80}$, 3=$N_{120}P_{80}K_{80}$, 4=$N_{120}P_{80}K_{40}$, 5=$N_{120}P_{80}K_0$. Figures at the right side of the alphabet show the rate of N, P_2O_5 and K_2O added (kg/ha) .

土壤中有效態磷鉀含量與高粱對於磷鉀效應之關係

高粱對於磷或鉀之效應指數乃以施磷區或施鉀區之收量作爲 100，求無磷區或無鉀區之收量百分率表示之，所謂施磷區與施鉀區乃以施磷或施鉀之 40 或 80 kg/ha 兩平準中，取其收量較高者作爲施磷或施鉀區之收量，不恆定取某一平準之施用量，求其指數後，再與土壤中有效態磷或鉀之測定值對數，分別求其相關係數，所得結果如表3，其中顯示土壤中有效態磷勿論採用 Bray P_1 法或 Olsen 氏法所得測定值均與高粱磷肥效應指數有顯著之相關，但其相關係數以 Bray P_1 法高於 Olsen 氏法所得者，至於有效態鉀所得三種測定值包括 Mehlich 氏法，Olsen 氏法及交換性鉀均與高粱鉀效應指數無關，事實上從表 2 可知土號 1 及24之高粱收量確可因施用鉀肥而提高，其相關係數不顯著者，可能由于未考慮土壤其他重要因子所致。

表 3. 土壤磷鉀有效指數與高粱磷鉀收量百分率之相關係數

Table 3. Correlation coefficients between soil PK and percentage yield of sorghum

Soil P	% Yield $P_0/P\times100$	Soil K	% Yield $K_0/K\times100$
Log P_1 Bray	0.5289**	log K Mehlich	0.0392
log P Olsen	0.4392*	log K Exchangeable	0.1749
		log K Olsen	0.1289

參予其他特性因子於土壤速測磷鉀校正公式中對於高粱磷鉀效應之關係

澎湖縣農業環境不佳，但作物收量主受環境因子的影響，環境因子中以氣候與土壤最爲重要，前者實非目前人力所能控制，因此探討土壤磷鉀含量與高粱對於磷鉀效應之關係時，若參予土壤其他性質，將有助於土壤磷鉀速測值之解釋，因此利用程式計算機將土壤磷或鉀速測值分別與土壤其他性質

因子組合運算，求出最適合之校正模式，次由該等模式所求得高粱種實收量百分率之理論值與實測值示於圖1及2中 ， 其中顯示在澎湖地區若參予粘土含量及 pH 值於磷或鉀之田間校正模式中，則其複相關係數分別爲 0.7735** 及 0.8352** ，均達極顯著平準，且較前節單憑磷或鉀速測值高出甚多，值得注意，又作者等 [3] 在本省中部測定田間水稻磷吸取量與土壤磷速測值之關係時，參予土壤其他性質因子亦爲土壤 pH 及 Clay 含量，此兩者對於土壤磷鉀供應之關係，有待進一步之研究。

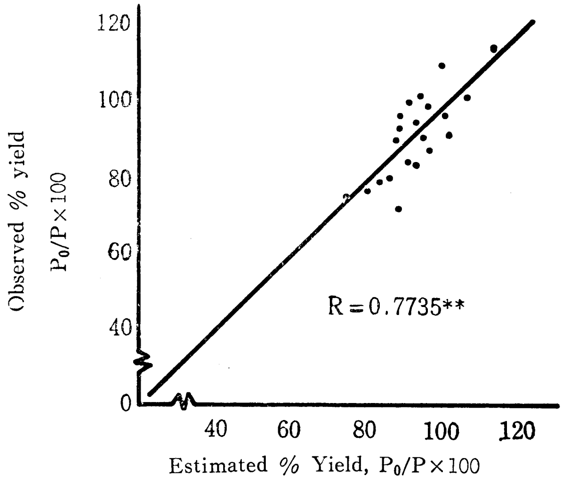

圖 1. 依下列公式求得觀察值與估計值之關係

Fig. 2. Dot chart showing observation and estimation for equation :

$\hat{Y}_1 = 2.535a - 0.1398a - 79.18c + 42.58c^2 + 5.819ac - 43.96b + 430.9$

a = clay, % b = pH, c = Bray P_1, ppm

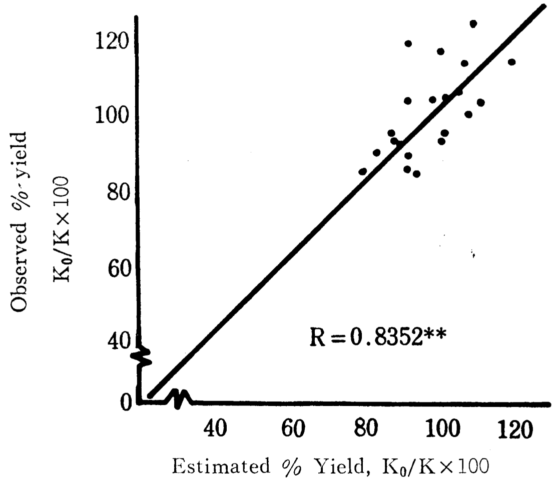

圖2. 依下列公式求得觀察値得與估計値之關係

Fig. 2. Dot chart showing observation and estimation for equation :

$\hat{Y}_2 = 1.284a + 0.124a^2 + 0.4059d + 0.0002009d^2 - 0.03402ad - 97.15b + 828.6$

a = clay, % b = pH d = Exchangeable K, ppm

爲瞭解在何種情形之下，需要施用磷鉀肥，將假設之土壤 pH 值，粘土及磷鉀含量分別代入該公式中，求出理論或估計之高粱種實收量百分率如表4，其中顯示當土壤 pH 值在 7.7 以下時，勿

表 4. 磷鉀速測值配合土壤 pH 值與粘土含量值估計高粱種實收量百分率

Table 4. Predicated percentage yield responses for a range of combination of test values

Bray P_1 ppm	Clay %	pH	Predicated[a] % yield $P_0/P\times100$	Exchangeable K ppm	Clay %	pH	Predicated[a] % yield $K_0/K\times100$
0	20	7.7	87.2	50	10	7.7	109.6
		8.1	69.6			8.1	70.7
0.2	20	7.7	96.3	100	10	7.7	114.4
		8.1	78.7			8.1	75.5
0.4	20	7.7	108.9	150	10	7.7	120.2
		8.1	91.3			8.1	81.3
0.6	20	7.7	124.8	200	10	7.7	127.0
		8.1	107.3			8.1	88.1
0.8	20	7.7	144.2	250	10	7.7	134.8
		8.1	126.6			8.1	95.9
0	15	7.7	99.0	50	5	7.7	102.4
		8.1	81.4			8.1	63.5
0.2	15	7.7	102.3	100	5	7.7	115.7
		8.1	84.7			8.1	76.8
0.4	15	7.7	109.0	150	5	7.7	129.9
		8.1	91.4			8.1	91.1
0.6	15	7.7	119.4	200	5	7.7	145.3
		8.1	101.8			8.1	106.4
0.8	15	7.7	132.7	250	5	7.7	161.6
		8.1	115.1			8.1	122.7

a. $\hat{Y}_1=2.535a-0.1398a^2-79.18c+42.58c^2+5.819ac-43.96b+430.9$

$\hat{Y}_2=1.284a+0.124a^2+0.4059d+0.0002009d^2-0.03402ad-97.15b+828.6$

Where $\hat{Y}_1=\%$ yield $(P_0/P\times100)$, $\hat{Y}_2=\%$ yield $(K_0/K\times100)$

a=clay, %, b=pH, c=Bray P_1 ppm, d=exchangeable K ppm

論土壤中所含磷鉀多寡，施用磷鉀肥多屬無效，僅在土壤 Bray P_1 含量在 0～0.2ppm 時例外，又當土壤值在 8.1 以上，施用磷鉀肥多數有效，其效果大小，則視粘土及土壤中磷鉀多寡而定，一般言之，當土壤 pH 在 8.1，粘土含量在 15～20 %，土壤中 Bray P_1 少於 0.6 ppm 時，施用磷肥有效，其次為土壤粘土含量在 5～10%，土壤中交換性鉀在 250 ppm 以下時，施用鉀肥有效。至於磷鉀肥施用量應瞭解當地高粱可能獲得之平均單位面積收量，次將施肥增收百分率換算為高粱種實收量，最後由投資肥料價值與預估高粱種實增收價值相比，可估計施肥是否可獲得利潤。Colwell 氏[5]主張直接採用單位面積收量於校正模式中，藉可直接換算施肥是否有利，作者亦曾嘗試，未獲成功，可能 Colwell 氏所採用之資料為在澳洲 Northern New South Wales 之49處小麥磷肥施用量試驗，各地磷肥施用量分為 4 — 5 平準，小麥收量多隨磷肥施用而增加，顯示小麥對於磷肥效應

極爲顯明，相對地，減弱其他干擾因子，而澎湖農業環境欠佳，地力差異又大，直接採用單位面積收量，更加强干擾因子的影響，故以採用收量百分率間接換算施肥是否可獲得利潤爲佳，由於採用複相關模式的可靠度與資料來源有密切的關係，因此所採樣本必須可代表該地區者，本文所得之複相關模式中以土壤 pH ，粘土以及有效態磷鉀含量與高粱對於磷鉀肥效應有密切的關係，因此，今後選地進行複檢時，除注意磷鉀含量外，尙須重視土壤 pH 與粘土含量之分佈情形，俾使求得之校正模式，可獲得更普遍的應用。

誌謝：本文承國家科學委員會獎助研究並承中國農村復興聯合委員會補助試驗經費， 土壤類別承陳技正春泉鑑定，統計程式承李主任蘭帝設計， 田間管理承高雄區農業改良場澎湖工作技術員及本所曾肇清先生協助，室內化學分析則承張技士愛華協助，謹此一併深致謝忱。

參 考 文 獻

1. 梁鉅榮・1950・臺灣省澎湖縣之土壤。臺灣省農業試驗所報告第 1 號。
2. 高雄區農業改良場澎湖工作站・1962-1964・高粱灌漑及施肥試驗。1962,1963及1964工作報告。
3. 林家棻、吳懷國、張愛華・1977・土壤特性對磷測定值與田間水稻磷吸取量相關之影響。中華農業研究26（2）138—146
4. Black, C. A. (Ed.) 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy 9, American Society of Agronomy.
5. Colwell, J. D. & R. J. Esdaile. 1968. The calibration, interpretation, and evaluation of tests for the phosphorus fertilizer requirements of wheat in Northern New South Wales. Aust. Jour. Soil Res.：105-120.
6. Ezekiel, M. & K. A. Fox. 1972. Methods of Correlation and Regression Analysis (3rd ed.)

Fertility status and response of sorghum to PK fertilizers in the soils of Pescadores Islands[1]

Char-fen Lin[2]

Summary

To clarify the response of sorghum to PK fertilizers, twenty-four field trials involved five treatments with four replications in a randomized block were conducted on soils derived from weathering basalt rock on the Pescadores Islands. These soils may be divided into three groups : wind eroded soil, residual soil, and upper eroded soil with residual soil underneath.

Judging from the fertility status of the soils studied, it indicated that the depth of solum of residual soils was rather uniform at 90 cm or so. However a wide variation in solum (30-90cm) was found in the other two soils. The ranges of soil pH and the content of organic matter were at 7.7-8.1 and 0.5-1.5%, respectively. Almost all soils contain more than 70% of sand in the surface soils. Although these soils contain abundence of sand and low level of organic matter, there was a wide range in cation exchange capacity (3-33 me/100 gm). The available phosphorus index measured by Bray method (0.025N HCl-0.03N NH_4F) was extremely low, usually less than 1 ppm P. On the other hand, a wide range in exchangeable K(54-538 ppm K) was found in the surface soils. In general, the fertility level of these soils was ranked in the following order : wind eroded soil, upper eroded soil with residual soil underneath and residual soil. Consequently, the average yields of sorghum obtained from wind eroded soils were higher than those from the other two soils.

The relationship between percentage yield and soil PK tests were improved by participating the constituents of soil pH and clay in the calibration equation. The fitting models of multiple regression equation were found as follows :

$$Y_1=2.535a-0.1393a^2-79.18c+42.58c^2+5.819ac-43.96b+430.9 \cdots\cdots (1)$$

$$Y_2=1.284a+0.124a^2+0.406d+0.0002d^2+0.034ad-97.15b+828.6 \cdots\cdots (2)$$

where Y_1 refers to the predicated percentage yield from $P_0/P \times 100$ and Y_2 from $K_0/K \times 100$. From the equations, it indicated that at the soil pH lower than 7.7, mostly no profitable return will be obtained by PK-application except in the case where soil available P was lower than 0.2 ppm. However, when soil pH was greater than 8.1, the responses of sorghum to PK fertilizers will be depended on the contents of clay and levels of soil PK. The predicated percentage yield responses for a range of combination of the test values were discussed in the paper.

---

1. Contribution No. 994 from Taiwan Agricultural Research Institute.

1 Senior Soil Scientist, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, 431 ROC.